

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-040293

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/38

(21)Application number : 2000-219222

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 19.07.2000

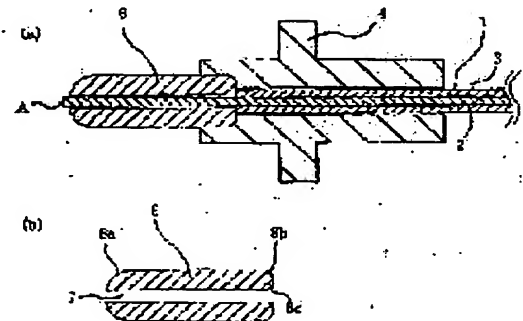
(72)Inventor : KATO MASAFUMI  
NISHIOKA YASUHIKO  
MURAMOTO YASUTO  
SAKASEGAWA KIYOHIRO

## (54) OPTICAL FIBER FERRULE AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical fiber ferrule with high precision, which can be easily formed.

SOLUTION: The ferrule is provided with an inserting hole 7 for an optical fiber 1, while this inserting hole 7 is formed in the center axial part of a cylindrical member 26 by laser beam machining.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-40293

(P2002-40293A)

(43) 公開日 平成14年2月6日 (2002.2.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/38

識別記号

F I

G 0 2 B 6/38

テーマコード(参考)

2 H 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-219222(P2000-219222)

(22) 出願日 平成12年7月19日(2000.7.19)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 加藤 雅史

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72) 発明者 西岡 尉彦

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72) 発明者 村元 康人

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

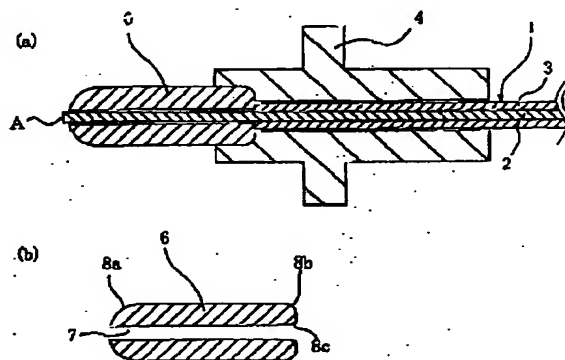
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ用フェルルール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 精度が高く、加工の容易な光ファイバ用フェルルールを提供する。

【解決手段】 光ファイバ1の挿入孔7を有するフェルルールであって、前記挿入孔7を円柱部材26の中心軸部にレーザー加工によって設けてなることを特徴とする



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光ファイバの挿入孔を有するフェルールであって、前記挿入孔の内壁が熱によって熔融した表面からなることを特徴とする光ファイバ用フェルール。

【請求項2】前記挿入孔の内壁の表面粗さが $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ用フェルール。

【請求項3】セラミックスからなることを特徴とする請求項1又は2記載の光ファイバ用フェルール。

【請求項4】前記挿入孔の内壁表面から $50\mu\text{m}$ 以内の領域に存在する結晶粒子の平均粒子径が $5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項3記載の光ファイバ用フェルール。

【請求項5】前記挿入孔の内壁が、熔融した表面をエッチング処理した表面からなることを特徴とする請求項1乃至4のうちいずれかに記載の光ファイバ用フェルール。

【請求項6】円柱部材の中心にレーザー加工によって挿入孔を形成することを特徴とする光ファイバ用フェルールの製造方法。

【請求項7】前記円柱部材がセラミックスからなることを特徴とする請求項6記載の光ファイバ用フェルールの製造方法。

【請求項8】レーザー加工後、前記挿入孔の内壁をエッチング処理することを特徴とする請求項6又は7記載の光ファイバ用フェルールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一対の光ファイバの先端部を挿着するために用いられる光ファイバ用フェルール及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来技術】近年、情報伝達量及び速度の点から高速・大容量通信手段として光ファイバを用いた光信号による情報通信が広く行われつつある。これら情報伝達は、通信網としての整備から情報機器間データ移送まで幅広い応用展開が見込まれている。

【0003】これらの光ファイバを用いた情報伝達では、光ファイバ同士及び光ファイバと光情報機器間を接続する必要があり、光コネクタが使用される。図1

(a)は、光コネクタの一部の構成を示す例である。光ファイバ1は、光ファイバ心線2を中心とし、その周囲に保護部3が形成されている。、他の光ファイバとの接続を行うため、光コネクタ内においては、接続を行う光ファイバの先端部Aでは保護部3が除去され、光ファイバ1はフランジ付き筒体4により、また先端の光ファイバ心線2は、光ファイバ用フェルール6によって保持されている。

【0004】光ファイバ1は、接続を行う先端部Aから光ファイバ用フェルール6の長さとはほぼ同一の長さにわ

たって保護部3が除去され、光ファイバ心線2が露出するように加工される。

【0005】そして、光ファイバ用フェルール6は、図1(b)の概略断面図に示すように、光ファイバ心線2を挿入する挿入孔7が形成され、また、曲面8a、8b及び8cを有する複雑な形状を有している。

【0006】光ファイバ用フェルール6は、一般に略円筒形状を有しており、例えば、外径が $1.25\text{mm}$ の場合、ファイバ挿入用挿入孔の内径は、 $0.125\text{mm}$ 程度とされる。このフェルールは、いずれも、細径の光ファイバを保持固定し、接続する目的から、サブミクロンの非常に高い寸法精度が要求されるが、今後は外径 $0.7\text{mm}$ 以下へと更に小型化していくと考えられ、より高精度が求められる。

【0007】光ファイバ用フェルールの製法としては、プレス法、押出成形法、射出成形法又はトランスファー成形法が従来から用いられている。例えば、特開平9-141704号公報では、射出成形法が記載されており、図4に示すように、金型11は、分割された先端部金型12、ファイバ部金型13及びピン14を有する基部金型15から構成されている。そして、キャビティ部16からなる空洞が金型の組合せによって形成されており、キャビティ16内に原料を流し込んでフェルール形状に成形する。

【0008】さらに、特公平1-45042号公報では、光ファイバを挿入するための挿入孔を有するフェルール構造と、その仕上げ加工方法として、焼成後に、フェルール中央部の光ファイバ挿入用挿入孔にワイヤを通し該ワイヤにダイヤモンド・ペースト等の研磨材を塗布することで挿入孔表面を精度良く磨く工程が開示されている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、プレス法、押出成形法、射出成形法又はトランスファー成形法等の従来の製造方法では、挿入孔を有する成形体を焼成等の熱処理を行う。例えばセラミック製フェルールの製造において、成形時に金型に流入するセラミック原料の流動性変化、成形圧力の不均一による金型内でバインダの凝集、不均一充填による成形体内の密度差等に起因して焼成変形が発生し、挿入孔が変形したり、挿入孔が中心軸からずれ、精度が低下するという問題があった。

【0010】また、特開平9-141704号公報に記載の射出成形法方法では、金型のピン14が成形時に成形材料により攪み変形するため、挿入孔がフェルール中央部に形成されず、精度が低下し、歩留まりが低下するという問題があった。

【0011】さらに、特公平1-45042号公報の研磨方法では、挿入孔の内壁を精密に加工することは難しく、また、外径加工に加えて内径加工を施すため、加工時間が長くなって、加工コストが上昇するという問題が

あった。

【0012】従って、本発明は、精度が高く、加工の容易な光ファイバ用フェルールを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の光ファイバ用フェルールは、挿入孔を後加工で形成することによって高精度化でき、しかもレーザー加工を用いることによって挿入孔の表面状態を良好にすると共に、フェルールの加工を容易にできるという知見に基づくものである。

【0014】即ち、本発明の光ファイバの光ファイバ用フェルールは、挿入孔を有するフェルールであって、前記挿入孔の内壁が熱によって熔融した表面からなることを特徴とし、また、その製造方法は、円柱部材の中心にレーザー加工によって挿入孔を形成することを特徴とするものである。

【0015】これにより、フェルールの外径加工を終了した後に挿入孔を、レーザー加工によって高精度で形成でき、得られた挿入孔の内壁の精度も十分で、また、従来の挿入孔を基準に行った複雑な外径加工が不要となり、加工工程の難易度が著しく改善される。

【0016】また、前記挿入孔の内壁の表面粗さが $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。これにより、挿入させる光ファイバ心線の側面に発生する傷を低減でき、光の伝搬時の散乱要因を減らすことができる。

【0017】さらに、セラミックスからなることが好ましい。セラミックスを用いると、高剛性のため変形が少なく、光ファイバの挿着部のずれを少なくできると共に、耐久性に優れる。

【0018】特に、前記挿入孔の内壁表面から $50\mu\text{m}$ 以内の領域に存在する結晶粒子の平均粒子径が $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。これにより、微細結晶粒子により光ファイバ心線に発生する傷を抑制することができる。

【0019】また、さらに、その熔融した表面が、エッチング処理をした表面からなることが好ましい。これにより、前記内壁表面に形成された巨大粒子を除去することができ、光ファイバ挿入後の処理時に巨大粒子が脱落することを防ぎ、フェルールの強度低下を防ぎ、コネクタとしての使用時に発生する応力下での破壊を回避できる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の光ファイバ用フェルールの製造方法を図1によって説明する。

【0021】本発明では図1に示したフェルールの光ファイバが挿入固定される挿入孔をレーザー加工で穿孔処理することが特徴である。

【0022】まず、図2に示したような挿入孔の形成されていない円筒部材26、又は図3に示すような挿入孔の一部37が形成された円筒部材36を予め従来の、プ

レス成形、射出成形、トランスファー成形などの手法で作製する。この時、円筒部材26、36を真円等の最終形状に近いものにしておくことが好ましい。

【0023】本発明の光ファイバ用フェルールを形成する材料としては一般に用いられるジルコニアを用いるが、アルミナ、窒化ケイ素、炭化ケイ素、窒化アルミ、コーゼライト等のセラミックス、ステンレススチールその他のNi、Fe、Cr、Co、Cuなどの金属やその合金、ガラス等の無機物、ポリイミド樹脂やエンジニアリングプラスチック、高分子液晶などの有機樹脂など何れでも用いることが可能である。

【0024】なお、セラミックス、焼結金属、ガラスでは焼成が必要であるが、レーザー加工は焼成後に行うことが好ましい。

【0025】レーザー加工は、挿入孔のない円筒部材を保持治具に保持し、レーザー照射軸と円筒部材の中心軸とが合致するように位置合わせを行って加工精度を高める。この時、円筒部材の保持等における固定用ネジの遊びなどにより $5\sim 10\mu\text{m}$ 程度は機械的に位置ずれを生じる場合があるため、マイクロメーター制御機構等を用いて円筒部材の保持治具の位置を調整し、精密な位置合わせを行う。レーザーのスポットは、ファイバ径によって適宜調整されるが、本発明は、特に、 $5\sim 125\mu\text{m}$ 、さらには $10\sim 80\mu\text{m}$ の挿入孔の形成に有効である。

【0026】そして、例えば、スポット径 $125\mu\text{m}$ のレーザーを照射し、直径 $125\mu\text{m}$ の貫通孔を形成する。また、スポット径 $100\mu\text{m}$ のレーザーを照射すると共に、レーザー照射軸を回転運動させ、直径 $125\mu\text{m}$ の貫通孔を形成しても良い。

【0027】穿孔加工に用いるレーザーとしては、特に限定するものではなく、 $\text{CO}_2$ レーザー、YAGレーザー、エキシマレーザー等の公知のレーザーを用いることができ、孔径や使用する材料によってレーザーの種類と材料を選ぶことができる。例えば、セラミックスの場合、 $5\mu\text{m}$ 程度の孔径まで対応でき、また、位置決め精度も $0.05\mu\text{m}$ まで達成できるため、YAGレーザーを好適に用いることができる。

【0028】なお、レーザー加工の条件を一定にする必要はなく、照射プロファイルを材料に合わせて採用することができる。例えば、セラミックスやガラス等の場合、大出力のレーザー光を直接照射するとヒートショックによりクラックが発生する可能性があるため、レーザーは、間欠的に照射し、フェルール本体が急激に温度上昇することを防いだり、加工レーザー照射前、若しくは後、更には前後に出力を弱めたり、照射スポットを広げたりして出力を弱めたレーザーを照射して予め円筒部材を加熱し、ヒートショックを和らげたり、加工レーザーの出力を徐々に変化させるなどの手法を組み合わせることが好ましい。また、ヒートショックを和らげるため、

ヒータ等の加熱手段により予め円筒部材を加熱した状態でレーザー照射を行っても良い。

【0029】このようにして、挿入孔が形成されたフェルールの挿入孔の内壁は、レーザー光の熱による滑らかな溶融表面から形成されていることが大きな特徴で、特に内壁の表面粗さが $2\mu\text{m}$ 以下、特に $1\mu\text{m}$ 以下、さらには $0.5\mu\text{m}$ 以下、最も好適には $0.2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。本発明では、滑らかな内壁表面が得られるが、フェール挿入孔の内表面や挿入孔端部の形状を更に整える目的で、ウェットエッチングなどの処理を仕上げ加工として行うことが望ましい。

【0030】また、セラミックス製フェールの場合には、挿入孔の内壁が高温により溶融され、内壁表面から $50\mu\text{m}$ 以内の領域に存在する結晶粒子の平均粒子径が $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0031】そして、所望により、挿入孔の内壁をエッチング処理することが可能である。挿入孔内部には、加工条件と材料の組合せによっては、粒成長による巨大粒子が形成されることがあり、光ファイバの挿入及びその後の処理において脱粒が発生する可能性があり、エッチング処理により、巨大粒子を除去することが好ましい。

【0032】

#### 【実施例】実施例1

平均粒子径 $0.2\mu\text{m}$ のジルコニア粉末100重量部に対してと熱可塑性バインダー40重量部、ジオクチルフタレート溶剤として加えて混合し、射出成形法により外径が $1.25\text{mm}$ 、長さ $11\text{mm}$ のフェール成形材料を準備した。これを金型へ射出成形することで、端面に曲面を有すし、図2に示す挿入孔の無い形状で、寸法が直径 $1.5\text{mm}$ 、長さ $11\text{mm}$ 円筒部材を形成した。その後、 $1460^\circ\text{C}$ で焼成を行い、ジルコニア焼結体を得、これを基体とした。

【0033】この基体の中心軸とレーザー照射軸との位置を合わせ、YAGレーザーを用いて、レーザー径 $0.1\text{mm}$ 、出力 $6\text{W}$ で穿孔加工を行い、 $0.125\text{mm}$ の内径で図1(b)の形状を有する挿入孔を得た。この時、穿孔加工は、レーザー照射と停止を1秒おきに行う間欠照射で、全体で120秒行った。以上の操作を繰り返すことで100個の成形体を作製した。

【0034】得られたフェールは、端面をCCDカメラで観察し、基体の中心と挿入孔の中心とのずれをマイクロメータで測定した。中心位置のずれは、フェール外径部から設定されるフェールの中心位置と、フェール中央に形成された挿入孔の中心位置との距離Xをマイクロメータで測定するものである。そして、この距離Xの平均値が $2\mu\text{m}$ 以下であるものを良品として判定した。

【0035】また、挿入孔の内壁の表面粗さは、フェールを長手方向に中心部で切断し、1000倍の走査型電子顕微鏡(SEM)写真を10箇所撮影した後、各

写真毎に $100\mu\text{m}$ の範囲で最大の凹凸を測定し、10箇所の平均値を算出して粗さとした。

【0036】さらに、内壁表面から $50\mu\text{m}$ の平均粒径は、走査型電子顕微鏡(SEM)で微構造写真からインターセプト法にて40点測定し、平均値を算出した。

【0037】その結果、全ての試料に関して挿入孔が溶融表面からなり、表面粗さは $1.2\mu\text{m}$ 以下、内壁表面から $50\mu\text{m}$ の平均粒径が $6.5\mu\text{m}$ であった。また、挿入孔の位置ずれに関する距離Xの平均が $0.8\mu\text{m}$ であった。

#### 実施例2

実施例1と同様に射出成形で、中央部に途中まで挿入孔の形成された図3に示す円筒部材を形成した。その後、焼成を行いジルコニア焼結体とした。

【0038】得られた円筒部材は円筒側面を保持し、中央部とレーザーとを位置合わせし、穿孔加工を行った。この時、穿孔加工は、レーザー照射と停止を1秒置きに行う間欠照射で、全体で25秒照射を行い、図1(b)の形状を有する挿入孔を得た。このとき実質上レーザーで穿孔加工するジルコニア部の厚みは $2\text{mm}$ であった。

【0039】得られたフェールは、実施例1と同様に評価した。その結果、100個の全試料に関して挿入孔が溶融表面からなり、表面粗さは $1.0\mu\text{m}$ 以下、内壁表面から $50\mu\text{m}$ の平均粒径が $6.0\mu\text{m}$ であった。また、挿入孔の位置ずれに関する距離Xが $0.7\mu\text{m}$ 以下であった。

#### 実施例3

実施例2と同様にフェール挿入孔をレーザー加工で形成し、最後に王水を用いてエッチング処理を行った。

【0040】得られたフェールは、実施例1と同様に評価した。その結果、100個の試料全てに関して挿入孔が溶融表面からなり、表面粗さは $0.8\mu\text{m}$ 以下、内壁表面から $50\mu\text{m}$ の平均粒径が $5.5\mu\text{m}$ であった。また、挿入孔の位置ずれに関する距離Xが $0.7\mu\text{m}$ 以下であった。

#### 比較例

図4に示すような射出成形金型を用いた。ピン14の直径は $0.125\text{mm}$ であった。実施例1と同様の原料を使用して射出成形を行い、得られた成形体を $1460^\circ\text{C}$ で焼成し、外径加工を行った。また、評価は、実施例1と同様にして行った。

【0041】作製したフェール100個を、実施例1と同様に評価した。その結果、100個の試料全てに関して挿入孔が焼成面からなり、表面粗さは $0.5\mu\text{m}$ 以下、内壁表面から $50\mu\text{m}$ の平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ であった。また、挿入孔の位置ずれに関する距離Xが $5\mu\text{m}$ であった。

#### 【0042】

【発明の効果】本発明の光ファイバ用フェールでは、円筒部材を形成し、その中心にレーザー加工によって光

ファイバ線心を挿入する挿入孔を形成することで、高精度なフェルールを容易に形成することができる。

【0043】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ用フェルールの構成を示すもので、(a)光コネクタの一部の構成を示す断面図、(b)光ファイバ用フェルールの断面図である。

【図2】本発明のフェルール形成に用いる円筒部材示す概略断面図である。

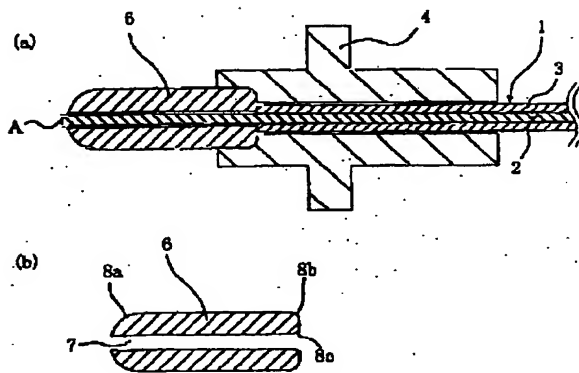
【図3】本発明のフェルール形成に用いる他の円筒部材示す概略断面図である。

【図4】従来の射出成形法で用いる金型の断面図である。

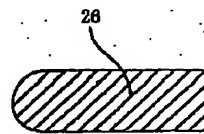
【符号の説明】

- 1・・・光ファイバ
- 2・・・光ファイバ心線
- 3・・・保護部
- 4・・・フランジ付き筒体
- 6・・・光ファイバ用フェルール
- 7・・・挿入孔
- 8a、8b、8c・・・曲面
- A・・・先端部

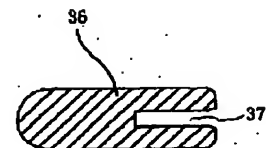
【図1】



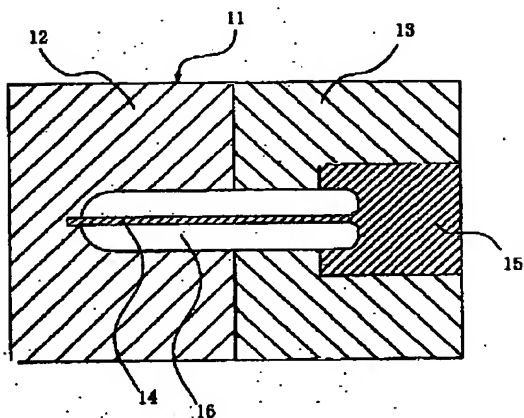
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 逆瀬川 清浩  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 2H036 QA13 QA16 QA20